

<http://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan>

Jurnal Kelautan

Volume 11, No. 2, 2018

ISSN: 1907-9931 (print), 2476-9991 (online)

**PENGARUH MOLTING TERHADAP STRUKTUR DAN PERKEMBANGAN
CANGKANG PADA LOBSTER HIJAU PASIR (*Panulirus homarus* L., 1758)
THE EFFECT OF MOLTING TO SHELL STRUCTURE AND DEVELOPMENT ON SCALLOPED SPINY LOBSTER
(*PANULIRUS HOMARUS* L., 1758)**

Trijoko^{1*} dan Heri Aji Nurcholis¹

¹ Departement of Biology, Faculty of Biology, Universitas Gadjah Mada,
Jln. Teknik Selatan Sekip Utara, Sleman, Yogyakarta.

*Corresponding author e-mail: heroines08@gmail.com

Submitted: 20 Maret 2018 / Revised: 20 Desember 2018 / Accepted: 20 Desember 2018

<http://doi.org/10.21107/jk.v11i2.3797>

ABSTRACT

Lobster is a marine commodity that has a high selling value and always increases, especially in the Scalloped Spiny Lobsters (*Panulirus homarus* L., 1758). In order for the lobster resources in these waters remains sustainable it is necessary to do a rational management by considering the biological aspects. This study aims to analyze the effect of molting on to shell structure and development on Scalloped Spiny Lobsters (*Panulirus homarus* L., 1758). The sample used was 35 lobsters consisting of sizes >50 grams to >250 grams, which were kept in the Sundak Sea Water Farming Unit, Yogyakarta. Data analysis is done by using the basic principle of descriptive data comparison, where used comparison of data with lobster on proecdysis (before molting), ecdysis (on molting), and postecdysis (after molting). The results show that the shell structure of the lobster on proecdysis has the complete structure and the highest shell thickness. Shell constituent elements such as C, O, N, and Ca are found mostly in the shell. In addition, lobster shells have a higher weight ratio compared to lobster meat. The lobster shells on postecdysis has the highest shell weight ratio, whereas on the ecdysis lobster has the highest meat weight ratio.

Key word: Structure, Development, Shell, Lobster, *Panulirus homarus*

ABSTRAK

Lobster merupakan komoditas laut yang memiliki nilai jual tinggi dan selalu mengalami kenaikan, khususnya pada lobster hijau pasir (*Panulirus homarus* L., 1758). Agar pemanfaatan sumberdaya lobster di perairan ini tetap lestari maka perlu dilakukan pengelolaan yang rasional dengan mempertimbangkan masukan dari aspek biologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh molting terhadap struktur dan perkembangan cangkang pada lobster hijau (*Panulirus homarus* L., 1758). Sampel yang digunakan berupa 35 lobster yang terdiri dari ukuran >50 gram hingga >250 gram, yang dipelihara di Unit Kerja Budidaya Air Laut Sundak, Yogyakarta. Analisa data yang dilakukan adalah dengan menggunakan prinsip dasar perbandingan data deskriptif, dimana digunakan perbandingan data dengan cangkang lobster sebelum molting (proecdysis), sesaat molting (ecdysis), dan sesudah molting (postecdysis). Hasil menunjukkan bahwa struktur cangkang pada lobster proecdysis memiliki struktur yang lengkap dan ketebalan cangkang yang paling tinggi. Unsur penyusun cangkang seperti C, O, N, dan Ca paling banyak ditemukan di dalam cangkang. Selain itu, cangkang lobster memiliki rasio berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging lobster. Cangkang lobster postecdysis memiliki rasio berat cangkang tertinggi, sedangkan pada lobster ecdysis memiliki rasio berat daging yang paling tinggi.

Kata Kunci: Struktur, Perkembangan, Cangkang, Lobster, *Panulirus homarus*

PENDAHULUAN

Wilayah perairan pantai dengan keanekaragaman organisme lautnya merupakan sumber daya perikanan yang penting bagi kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat Indonesia. Lobster ini memiliki nilai jual yang tinggi dan selalu mengalami kenaikan. Pada *Panulirus homarus* sendiri, Anonim (2018) mencatat bahwa Indonesia per tahun 2010 menyumbangkan sekitar 200 ton lobster per tahun nya sebagai produksi ekspor ke berbagai negara di dunia, khususnya pada ukuran sekitar 100-300 gram, yang dihargai sekitar 450-600 ribu rupiah per kilogram nya. Cangkang lobster yang keras tersebut memiliki sifat untuk berganti kulit (molting). Peristiwa molting pada Crustacea adalah pergantian atau penanggulan rangka luar untuk diganti dengan yang baru. Proses molting pada lobster terdiri menjadi tiga rangkaian, yaitu fase sebelum molting (*Proecdysis*), sesaat molting (*Ecdysis*), dan setelah molting (*Postecdysis*) (Kittaka & Booth 2000; Waterman 1960). Proses molting ini memerlukan energi dan nutrisi yang cukup, baik untuk cadangan makanan disaat lobster melakukan molting ataupun untuk pembentukan cangkang yang baru (Waterman 1960). Selain itu, pergantian kulit tersebut juga diikuti dengan pertumbuhan volume tubuh dan penambahan berat badan, yang ditandai dengan meningkatnya nilai panjang karapaks dan nilai berat total dari lobster itu sendiri (Frisch & Hobbs 2011). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh molting terhadap struktur dan perkembangan cangkang pada lobster hijau pasir (*Panulirus homarus* L., 1758).

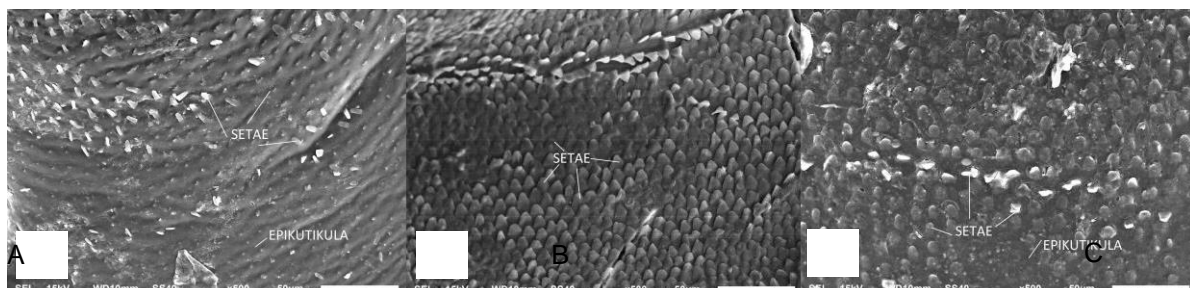
MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2017 hingga Desember 2017 di Unit Kerja Budidaya Air Laut Sundak (UK BAL SUNDK).

Analisis Kuantitatif dan Kualitatif dilakukan di Laboratorium Sistematika Hewan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada dan Lembaga Penelitian dan Pelayanan Terpadu Universitas Gadjah Mada. Sampel yang digunakan adalah lobster hijau pasir (*Panulirus homarus*) yang terdiri dari lima ukuran, yaitu 50-100 gram, 100-150 gram, 150-200 gram, 200-250 gram, dan >250 gram, dimana terdapat total sebanyak 35 individu. Sampel dipelihara dengan cara diletakkan di kolam pemeliharaan. Pemberian pakan diberikan setiap hari. Proses pengamatan dan pengukuran dilakukan pada saat lobster mengalami molting, yaitu pada fase sebelum molting (*Proecdysis*), sesaat molting (*Ecdysis*), dan setelah molting (*Postecdysis*). Data selanjutnya dianalisis secara deskriptif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa terdapat 31 dari 35 lobster yang dibudidayakan berhasil untuk melakukan molting kedua. Cangkang lobster secara umum terdiri dari kutikula yang terdiri dari dua bagian. Bagian terluar yang merupakan epikutikula yang merupakan lapisan lipoprotein yang menyediakan proteksi dari proses difusi dengan lapisan anti-airnya (Romano *et al.* 2007; Davies *et al.* 2014). Cangkang merupakan pertahanan utama yang berfungsi sebagai pelindung, baik terhadap predasi, kompetisi, maupun adaptasi terhadap lingkungannya. Gambar 1.A menunjukkan pada cangkang *proecdysis*, struktur cangkang dengan komposisi *setae* yang jarang dan memiliki bentuk yang berbeda-beda. Selain itu, terlihat pula lapisan epikutikula yang merupakan lapisan terluar dari kutikula lobster dengan jelas yang berada diantara *setae*. Adanya epikutikula disini dapat memberi pertahanan pada proses pertukaran air (difusi), sehingga lobster cenderung memiliki struktur yang kokoh dan padat.

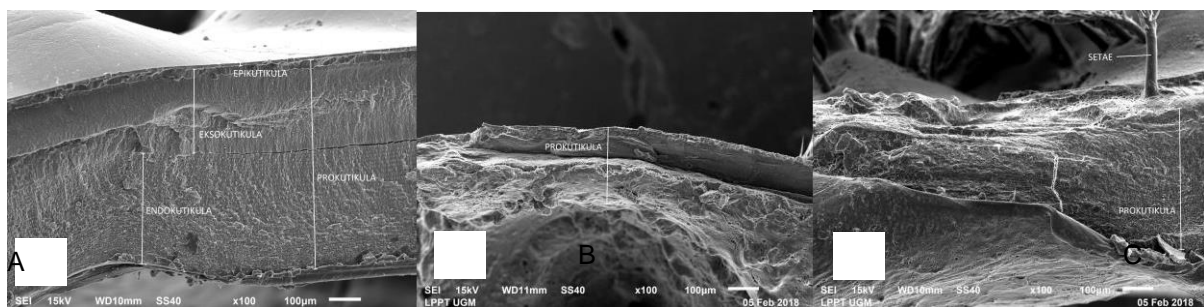


Gambar 1. Struktur permukaan cangkang di karapaks lobster *Panulirus homarus* di bagian dorsal dengan menggunakan SEM pada (A) *proecdysis*; (B) *ecdysis*; dan (C) *postecdysis*

Pada cangkang *ecdysis* (Gambar 1.B), terlihat kekompakan dan kerapatan antar setae yang sangat padat dan rapat, serta adanya retakan yang berada di antaranya. Terlihat juga setae sangat banyak dan cenderung memiliki bentuk yang hampir sama. Lapisan epikutikula pun tidak terlihat pada struktur tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh belum terbentuknya lapisan epikutikula, dimana lapisan epikutikula ini berperan dalam kontrol air (difusi). Tidak adanya lapisan epikutikula menyebabkan air mudah masuk melalui kutikula dan diserap oleh daging maupun cangkang secara bebas, sehingga merubah pula bagaimana struktur setae yang berada disekitarnya, menjadi lebih padat dengan banyak celah sebagai celah penyerapan air. Sedangkan pada cangkang *postecdysis* (Gambar 1.C), Masih terlihat ketidakerapatan antar setae, namun sudah cukup renggang apabila dibandingkan dengan *ecdysis* (gambar 1.B). Setae sudah mulai memiliki bentuk yang tidak sama seperti *proecdysis*. Pada gambar 1.C tersebut juga dapat diketahui bahwa lapisan epikutikula pun sudah mulai terlihat. Kerapatan dan kepadatan pada cangkang lobster yang tersusun oleh

lapisan epikutikula ini sebenarnya sangat penting, mengingat cangkang lobster ini sangat berperan terhadap penyesuaian terhadap regulasi pertukaran air di dalam tubuh (proses difusi). Selain itu, kerapatan dan kepadatan cangkang mendukung sistem rangka cangkang, serta merupakan lapisan yang berperan dalam menghalang mikroorganisme yang ingin masuk kedalam tubuh lobster tersebut (Waterman, 1960).

Selain dari penampakan membujur, dilakukan pula analisis terhadap penampakan secara melintang untuk mengetahui lapisan yang berada di karapaks lobster pada bagian dorsal. Gambar 2.A menunjukkan bahwa pada cangkang lobster *Panulirus homarus* fase *proecdysis*, terdapat lapisan yang lengkap, yaitu terlihat jelas adanya lapisan epikutikula dan lapisan prokutikula. Lapisan prokutikula tersebut juga terlihat jelas terbagi menjadi dua, dimana terlihat adanya lapisan eksokutikula yang merupakan lapisan yang terlihat tersusun lebih rapat, dibandingkan dengan lapisan



Gambar 2. Struktur lapisan cangkang di karapaks lobster *Panulirus homarus* di bagian dorsal dengan menggunakan SEM pada (A) *proecdysis*; (B) *ecdysis*; dan (C) *postecdysis*

endokutikula yang terlihat kurang begitu rapat. Lapisan epikutikula sendiri merupakan lapisan yang paling tipis yang berada di kutikula, yang terdiri dari lipoprotein bilayer tanpa adanya kitin. Selanjutnya adalah prokutikula, yang berada di bawah epikutikula yang terbagi menjadi dua, yaitu eksokutikula dan endokutikula. Lapisan eksokutikula adalah lapisan yang berada dibawah lapisan epikutikula, dimana lapisan ini terdiri dari kitin yang diperkeras dengan adanya kalsium karbonat (CaCO_3) dan *quinon tanning*. Sedangkan lapisan endokutikula sendiri merupakan lapisan yang paling tebal diantara kedua lapisan lainnya, yang terdiri dari kitin yang diperkeras hanya dengan kalsium karbonat (CaCO_3), tanpa adanya *quinon tanning*, sehingga memiliki bentuk yang kurang padat (kompak) jika dibandingkan dengan

lapisan eksokutikula (Roer & Dillaman 1984; Waterman 1960). Pada gambar 2.B, diketahui bahwa hanya diperoleh lapisan prokutikula yang terlihat jelas. Lapisan epikutikula belum bisa terlihat secara jelas, namun telah terlihat lapisan eksokutikula dengan ketebalan $100\mu\text{m}$ dan endokutikula dengan ketebalan $150\mu\text{m}$. Horst & Freeman (1993) menjelaskan bahwa pada lobster *Homarus*, lapisan prokutikula pada cangkang yang baru memang terlebih dahulu muncul dibandingkan dengan lapisan epikutikula. Mekanismenya adalah ketika terjadinya molting, kelenjar tegumen (*tegumental glands*) akan berkerja dimana nantinya akan mengantarkan material untuk membuat lapisan epikutikula yang baru, dengan melakukan difusi melalui prokutikula yang baru terbentuk. Belum adanya epikutikula yang terbentuk pada lobster sesaat molting ini

juga mengartikan bahwa pertukaran air (difusi) akan masuk secara bebas, dimana lapisan epikutikula yang menahan beban air ini belum terbentuk, mengakibatkan lobster akan mengalami pengambilan air yang berlebih. Sedangkan pada gambar 2.C dapat diketahui bahwa pada struktur cangkang lobster pada setelah molting hanya terlihat bagian prokutikula, dimana belum terlihatnya lapisan epikutikula secara jelas, ataupun lapisan eksokutikula dan endokutikula. Selain itu, sudah terlihat adanya *setae* yang sudah terbentuk (gambar 2.C). *Setae* ini merupakan sensor, dimana dapat berupa sensor mekanis atau khemis, maupun keduanya. Tazaki (1975) menjelaskan bahwa *setae* pada *Panulirus japonicus* mengandung sensor mekanis (*mechanoreceptors*) yang dapat mendeteksi perubahan tekanan osmotik. Hal ini diperkuat dimana Garm *et al.* (2004) yang membuktikan bahwa sensor pada *setae* *Panulirus argus*

Tabel 1. Pengukuran ketebalan cangkang dengan menggunakan mikroskop geser

Jenis	Jumlah Sampel	Rerata Ketebalan Cangkang (mm)
<i>Proecdysis</i>	3	0,95±0,0047
<i>Ecdysis</i>	3	0,4±0,0081
<i>Postecdysis</i>	3	0,83±0,0047

untuk membengkakan tubuh lobster, sebelum nantinya akan diisi mineral penyusun utama cangkang seperti kalsium. Selain itu, berdasarkan pada tabel 1, lobster *proecdysis*, yang merupakan lobster yang diperoleh dari alam, memiliki tingkat ketebalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *postecdysis* yang merupakan hasil budidaya. Lobster budidaya merupakan lobster yang diatur dalam hal pemberian pakannya, sehingga lobster budidaya cenderung teradaptasi tanpa adanya persaingan (kompetisi) dalam mencari makan, ataupun predasi, bila dibandingkan dengan lobster yang berasal dari alam. Selain itu, lobster setelah molting yang diambil sekitar 3-4 hari setelah molting belum benar benar

melakukan respon terhadap perubahan tekanan osmotik, dimana sensor dapat menjadi respon terhadap perubahan pada osmolaritas air laut ataupun pada makanan. Setelah melakukan pengamatan mikroskopis, kemudian dilakukan pengukuran terhadap ketebalannya, dengan cara menggunakan mikroskop geser. Tabel 1 menunjukkan lobster pada *proecdysis* memiliki cangkang yang relatif lebih tipis ketebalannya dibandingkan dengan ketebalan cangkang *ecdysis* ataupun *postecdysis*. Rendahnya ketebalan cangkang diakibatkan belum banyaknya unsur penyusun komposisi cangkang, seperti kalsium (dalam kalsium karbonat) dan kitin yang merupakan penyusun utama kutikula dari lobster.

Lobster pada sesaat molting lebih banyak mengandung air, dimana air ini akan mengisi cangkang secara sementara

terpenuhi nutrisi di dalamnya. Hal tersebut yang menyebabkan lobster *postecdysis* cenderung belum memiliki cangkang yang begitu tebal seperti pada saat *proecdysis*.

Proses molting merupakan sebuah proses dimana lobster akan meninggalkan cangkang lamanya dan akan membentuk cangkang baru yang lebih besar secara ukurannya. Pada sesaat setelah molting, lobster akan memiliki cangkang baru yang masih belum begitu keras, dimana membutuhkan waktu untuk mengeraskan cangkang tersebut. Pengerasan cangkang didukung oleh penyusun cangkang tersebut, seperti kalsium karbonat, kitin, dan protein.

Tabel 2. Unsur penyusun cangkang dengan menggunakan SEM-EDX

Unsur		C	N	O	Na	Mg	Al	S	Cl	Ca	Cu	Zn	K	Zr
Massa (%)	<i>Proecdysis</i>	28,7	21,2	28	1,1	1,4	3,0	1,9	2,2	12,5	-	-	-	-
	<i>Ecdysis</i>	39,1	23,5	27	0,7	-	2,2	1,5	-	1,9	1,9	1,9	1,9	-
	<i>postecdysis</i>	36,2	21	29,4	0,6	0,5	1,5	1,1	0,5	3,8	-	-	0,4	5

Pada analisis unsur penyusun cangkang (tabel 3), diperoleh nilai tertinggi pada unsur C, N, O,

dan Ca. Nilai ketiga unsur ini tinggi dikarenakan ketiga unsur ini merupakan unsur

penyusun utama dari kitin, protein, dan kalsium karbonat, dimana ketiga komponen ini merupakan komponen utama nutrisi penyusun cangkang lobster (Brusca & Brusca 2003; Roer & Dillaman 1984; Romano *et al.* 2007; Smolowitz *et al.* 2005). Kadar Kalsium (Ca) memiliki hasil yang berbeda-beda pada tiap fase moltingnya. Berdasarkan tabel 3, pada cangkang lobster sebelum molting, nilai kalsium yang diperoleh merupakan nilai tertinggi dari kedua cangkang lainnya (12,45%). Tingginya nilai kalsium ini diakibatkan karena lobster memang tersusun dari kalsium (dalam CaCO_3) yang merupakan penyusun utama cangkang, dimana kalsium disini belum terpengaruh akibat adanya molting. Cangkang lobster sesaat molting memiliki nilai terendah pada kadar kalsiumnya (1,86%). Kadar yang rendah ini disebabkan karena ketika lobster mengalami pergantian kulit, kalsium yang berada di dalam cangkang lama lobster tersebut tersimpan secara utama kedalam hepatopankreas dan ditahan sementara oleh darah juga, dimana organ-nya berperan sebagai kelenjar inisiasi yang memulai dan mengirim sinyal ke

hepatopankreas dan aliran darah untuk diserap dan disimpan secara sementara hingga fase *Postmold*, sehingga nantinya lobster memiliki kadar kalsium yang cukup untuk diserap di cangkang yang baru, dimana nantinya akan terbentuk kembali cangkang baru yang kembali mengeras.

Setiap lobster yang tumbuh akan mengalami penambahan bobot dan ukuran karapaks, yang dapat dianalisis dengan mengukur pertambahan beratnya dan membandingkan karapaks lama dengan yang baru secara langsung (Cooper 1970; Frisch & Hobbs 2011). Analisis kuantitas lobster dilakukan dengan melakukan pengukuran berat basah pada lobster, berupa berat cangkang (seluruh cangkang), berat daging (yang berada di dalam karapaks dan abdomen), dan berat total (berat cangkang ditambah berat daging) yang saling dibandingkan, kemudian dibuat rasio berat reratanya dengan membandingkan berat cangkang dan berat daging terhadap berat total. Berdasarkan tabel 3, lobster *proecdysis* yang memiliki rasio berat rerata daging 32,55% cenderung memiliki rasio

Tabel 3. Rasio Berat Cangkang dan Berat Daging Lobster Terhadap Berat Total.

No.	Sampel	Jumlah sampel	Rasio berat rerata (%)	
			Daging	Cangkang
1	<i>Proecdysis</i>	11	32,55	67,45
2	<i>Ecdysis</i>	5	45,85	54,15
3	<i>Postecdysis</i>	6	36,55	63,45

berat daging lebih kecil dibandingkan dengan lobster *postecdysis*, yaitu 36,55%. Hal ini dapat disebabkan proses molting itu sendiri, dimana molting merupakan proses pertumbuhan lobster yang ditandai dengan adanya penambahan bobot (berat) lobster yang menyebabkan naiknya nilai berat rerata daging dari *proecdysis* ke *postecdysis*. Sedangkan pada lobster *ecdysis* yang memiliki cangkang lunak memiliki rasio berat rerata tertinggi, yaitu 45,85%, lebih tinggi dibandingkan dengan *proecdysis* (32,55%) ataupun *postecdysis* (36,55%). Hal ini dapat disebabkan oleh adanya penambahan bobot lobster oleh adanya penyerapan air yang berlebih, dimana penyerapan air ini merupakan bagian dari molting. Penyerapan air tersebut membuat lobster sesaat molting cenderung memiliki kadar air yang lebih tinggi. Air yang diserap tersebut digunakan sementara untuk menambah bobot lobster, yang nantinya akan diganti dengan nutrisi pada saat *postecdysis*.

Selain itu, tabel 3 menjelaskan bahwa cangkang lobster pada *ecdysis* memiliki berat yang lebih rendah (54,15%) dibandingkan dengan cangkang yang telah mengeras baik pada *proecdysis* (67,45%) ataupun *postecdysis* (63,45%). Cangkang yang belum mengeras pada *ecdysis* tersebut masih berisi air dikarenakan kurangnya kalsium karbonat dan mineral lainnya, sehingga menurunkan bobot total dari cangkangnya. Sedangkan pada cangkang setelah molting memiliki berat yang lebih besar dikarenakan lobster tersebut mengalami pertumbuhan, dimana pertumbuhan tersebut ditandai dengan bertambahnya panjang karapaks dan berat pada lobster.

KESIMPULAN DAN SARAN

Struktur cangkang lobster pada *proecdysis* memiliki struktur yang lengkap jika dibandingkan dengan *ecdysis* dan *postecdysis*, sedangkan pada ketebalan cangkang, lobster

pada fase *proecdysis* memiliki ketebalan cangkang yang paling tinggi, dimana kandungan unsur penyusun cangkang didominasi oleh unsur C, O, N dan Ca. Cangkang lobster memiliki rasio berat yang lebih besar dibandingkan dengan daging lobster, dimana lobster pada fase *postecdysis* memiliki rasio berat cangkang tertinggi, sedangkan pada rasio berat daging tertinggi diperoleh lobster pada fase sesaat molting.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami haturkan kepada Fakultas Biologi UGM yang telah memberikan dana penelitian melalui BOPTN 2017. Tim peneliti Lobster 2017 yang penuh semangat: Rosita Novia Sari dan Nur Fadli Ikram yang telah banyak membantu di lapangan, di Laboratorium, sumbangan saran dan masukan. Parareviewer yang membantu memperbaiki isi laporan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- FAO. (2018). Cultured Aquatic Species Information Programme. *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758). FAO Fisheries and Aquaculture Department 2018. [online]. diambil dari http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Panulirus_homarus/en. [27 Februari 2018].
- Frisch, A. J., & Hobbs, J. P. A. (2011). Effects of autotomy on long-term survival and growth of painted spiny lobster (*Panulirus versicolor*) on the Great Barrier Reef, Australia. *Marine biology*, 158(7), 1645.
- Waterman, T. H. (1960). *The Physiology of Crustacea, Volume I: Metabolism and Growth*. Academic Press. New York and London.
- Romano, P., Fabritius, H., & Raabe, D. (2007). The Exoskeleton of the Lobster *Homarus americanus* as an example of a smart anisotropic biological material. *Acta Biomaterialia*, 3(3), 301-309.
- Davies, C. E., Whittern, M. M. A., Kim, A., Wootton, E. C., Maffei, T. G. G., Tlustý, M., Vogan, C. L., & Rowley, A. F. (2014). A Comparison of the Structure of American (*Homarus americanus*) and European (*Homarus gammarus*) Lobster Cuticle with Particular Reference to Shell Disease Susceptibility. *Journal of Invertebrate Pathology*, 117, 33-41.
- Horst, M. N. & Freeman, J. A. (1993). *The Crustacean Integument: Morphology and Biochemistry*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Garm, A., Derby, C. D., & Høeg, J. T. (2004). Mechanosensory neurons with bend- and osmo-sensitivity in mouthpart setae from the spiny lobster *Panulirus argus*. *The Biological Bulletin*, 207(3), 195-208.
- Tazaki, K. (1975). Sensory Units Responses from Mechanosensory Hairs on the Antennal Flagellum in the Lobster *Homarus gammarus* (L.). *Mar. Behav. Physiol*, 5, 1-18.
- Roer, R., & Dillaman, R. (1984). The structure and calcification of the crustacean cuticle. *American Zoologist*, 24(4), 893-909.
- Brusca, R. C. & Brusca, G. J. (2003). *Invertebrates*. Sinauer Associates. New York.
- Smolowitz, R., Chistoserdov, A. Y., & Hsu, A. (2005). A Description of the Pathology of Epizootic Shell Disease in the American Lobster, (*Homarus americanus*) in British Waters. *Bioinvasions Rec*, 1, 17-23.
- Cooper, R. A. (1970). Retention of marks and their effects on growth, behavior and migrations of the American lobster, *Homarus americanus*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 95, 239-247.